

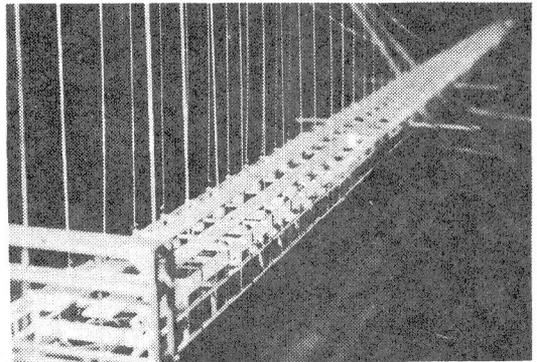
I-87 トラス補剛吊橋の耐風性状について

東京大学工学部 正員 平井 敏
 中央大学理工学部 正員 ○国内 功
 東京大学工学部 正員 宮田 利雄

われわれは、この数年來、各種の吊橋全断面模型に対して風洞実験を行ない、吊橋の耐風性に関する研究を続けて来たが、これらの実験において、耐風性を支配する現象として観測された現象は、しばしば報告したように、(1)横たわみ、(2)横座屈、(3)空気力の負減衰による自励振動、(4)風の乱れによる強制振動であった。そこで、吊橋の耐風性状を決定するのはこれら各現象に対する抵抗力であると考へて、昨年度から、上記各現象の特性と相互関連性を究明することに主眼を配いた実験に着手した。現在、一部ではあるが結果が求められているので、これにその報告を行なうたいと考へる。

1. 実験に使用した模型

実験対象としてトラス補剛桁をもつ吊橋を取り上げたが、今回の実験は、上に述べたように耐風性状の確認を目的とするものであるので、実橋との相似性については余りとはわれり、こをなく模型を考へた。これらでの実験により、トラス補剛桁に風を作用させた場合には見られる現象には、トラス面の充実率、橋床構造および補剛桁の各剛性が主要な影響因子となることを見出されているので、これらの因子を種々変化させたような模型とし、括弧内の数字に示す模型を製作した。



実験に用いた模型

2. 実験結果

今回は、上述の模型に対し、表-1に示す16種の変化を与え、さらにその各々において、迎角を変えて実験を実施した。これらの実験において、模型の耐風性を支配した現象と、その現象がおこった時の風速を表-1の下欄に示す。ただし、横たわみの場合には実験された最大風速を示している。この表によつて、断面の特性と発生現象の関連について、概略的な傾向を見出すことが出来たと思へる。

表-1. 模型変化の種類と耐風性を支配した現象 (迎角0度)

模型記号	AST	ASP	AOT	AOP	BST	BSP	BOT	BOP	CST	CSP	COT	COP	DST	DSP	DOT	DOP
鉛直面内曲り剛性 (kg-cm ²)	2.065 × 10 ⁴				2.007 × 10 ⁴				0.294 × 10 ⁴				0.294 × 10 ⁴			
水平面内曲り剛性 (kg-cm ²)	0.838 × 10 ⁴				0.303 × 10 ⁴				0.228 × 10 ⁴				0.161 × 10 ⁴			
ゆれ剛性 (kg-cm ²)	0.508 × 10 ³				0.309 × 10 ³				0.184 × 10 ³				0.184 × 10 ³			
橋 床	閉床		開床		閉床		開床		閉床		開床		閉床		開床	
充実率(%)	26	43	26	43	26	43	26	43	22	38	22	38	22	38	22	38
耐風性を支配した現象	横座屈	横座屈	横座屈	横座屈	横たわみ	自励振動	横たわみ	横たわみ	横座屈	自励振動	横たわみ	横たわみ	自励振動	自励振動	横たわみ	横たわみ
発生風速(%)	6.4	6.6	8.0	7.9	7.1	7.3	7.7	7.5	7.0	7.6	6.3	6.9	6.1	3.0	6.1	6.1

3. 各現象についての考察

表-1の結果にもとづき、各現象に関する考察を述べておきたい。このときは、次のような事項が認められている。

(i) 横たわみ

この現象を実験的に検討するため、各風速で横たわみ量を実験したが、その測定値の一部を図-1に示す。このは、Housheiffの風荷重の弾性分配の理論に基づいた計算値を併記したが、両者と比較すると大體傾向を同じくすることが認められる。ただし、現在、横たわみの実力係数の測定が済んでおらず、やむを得ず標準に採用するにあたり、ここでは推定値を用いたことなど、数値的理論の妥当性を検討する際には注意を要する。

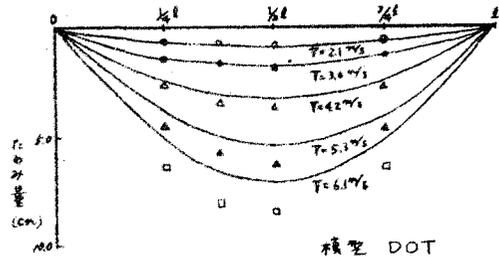


図-1. 横たわみ量分布の測定値。

横たわみ現象が明確に認められたのは、比較的横たわみの方向の曲げ剛性が大きい場合であった。これは、横たわみの方向の曲げ剛性が小さければ、横たわみ量が大きくなり、よって、風荷重の大部分がケーブルに移行して支索に伝達されるためと考えらる。横たわみを生じた時の風速の値と、平均が与えられた横たわみ限界風速の式による計算値と比較したのが表-2である。これより、両者は比較的良好一致を示す傾向を認め、この場合も実力係数は推定値が用いられていることを断わつておきたい。

表-2. 横たわみ限界風速の測定値と実験値の比較

横たわみ記号	AST	ASP	AOT	AOP	CST
測定値 (%)	64	66	8.0	7.9	7.0
計算値 (%)	68	67	7.7	6.8	6.6

(ii) 空気の質減衰による自動振動

風速の上昇とともに、振動が激しく、その振動が顕著に発達して、橋の安全が心配されるほどになった現象を観察されたのは、表-1に示したように、橋床直下のまじり剛性の小さい断面の場合であった。振動が発生した時の風速と迎角の関係を示したのが図-2である。この現象は、その振動状態から判断すると、橋に使用しない初期空気力の質減衰効果をもとめて、この自動振動と考えられるが、高橋の自動振動に同じく、翼の油圧が低く、また、一端端を用いたBleichの解法が有効である。よって、Bleichが示した限界風速の簡易計算による計算値を、図-2に併記した。この計算値と実験値とを比較すると、橋脚間の空気力が大きい時は、自動振動の限界風速が低く、また、風速が大きいほど、風速が小さいほど、迎角の値が小さくなる傾向がある。また、空気力が小さい時は、迎角の値が大きい傾向がある。この傾向は、迎角の値が小さいほど、風速が大きいほど、迎角の値が小さくなる傾向がある。

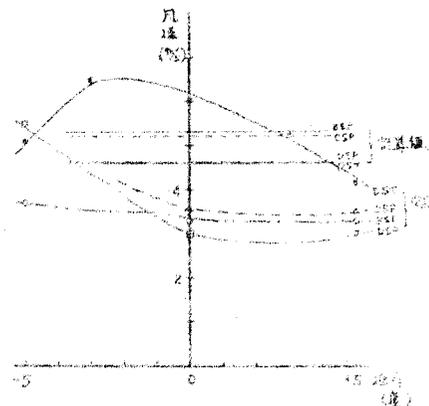


図-2. 自動振動の限界風速と迎角の関係